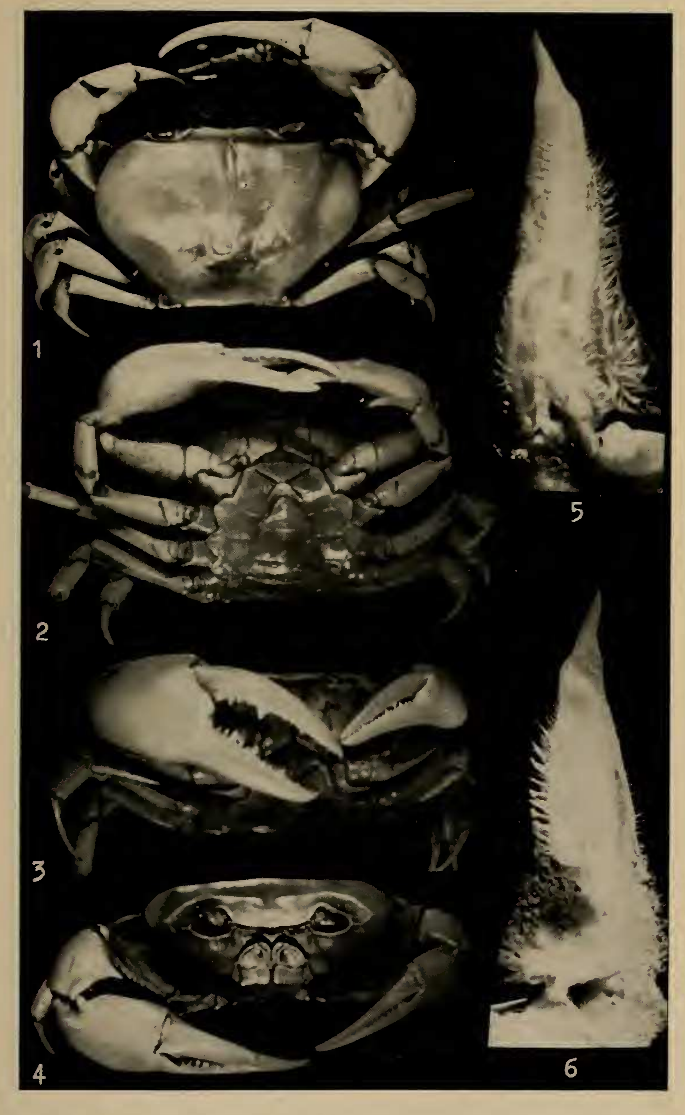
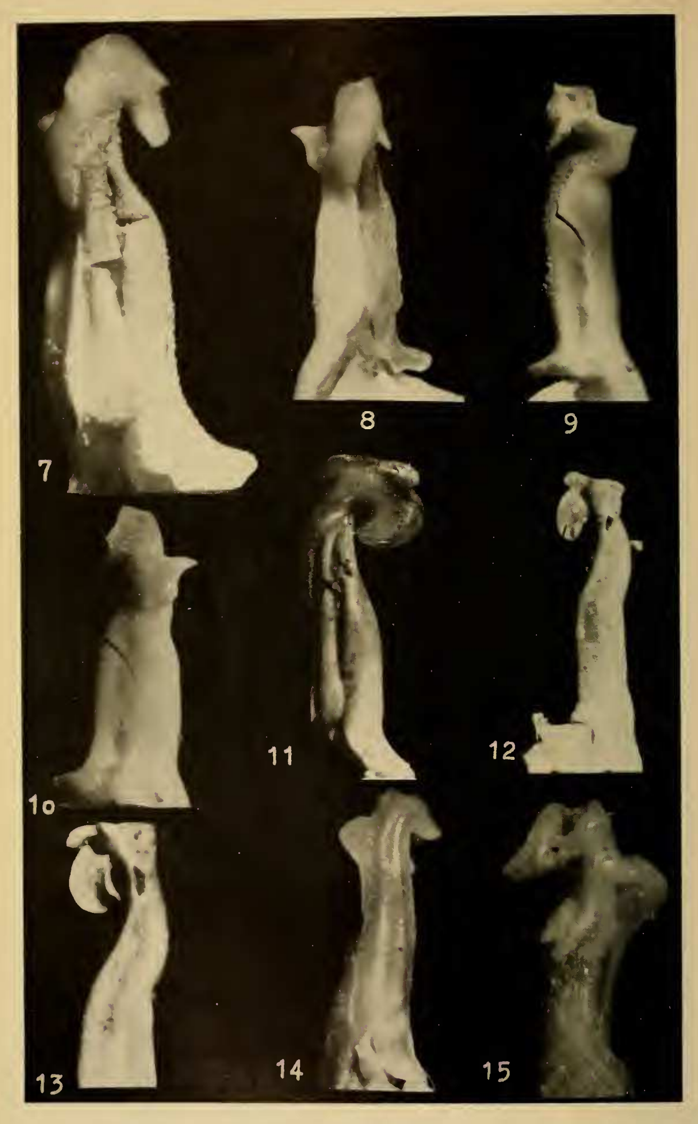


TAFEL 1.

Potamonautes (Isopotamonautes) senegalensis n. sp. Senegal.
1. Oberseite, 2. Unterseite, 3. Scherenansicht, 4. Stirnseite,
5. Go/1 ventral, 6. Go/1 dorsal. Holotypus.



7-10: **Pseudothelphusa (Pseudothelphusa) americana americana** SAUSSURE, " Cuba ,,, Go/1.
7. ventral, 8 von innen, 9. dorsal, 10. dorsal aussen.? Lectotypus ?
11-13: **Pseudothelphusa (Pseudothelphusa) americana lamellifrons** RATHBUN, Mexiko, Go/1.
11. ventral, 12. dorsal, 13. Endteil von dorsal.
14-15: **Elsalvadoria zurstrasseni zurstrasseni** (BOTT), El Salvador, Go/1, Paratypoid.
14. ventral, 15. dorsal.

REVUE SUISSE DE ZOOLOGIE
Tome 77, fasc. 2, nº 25: 345-352 — Juin 1970

Les monoamines cérébrales lors de l'hibernation chez la chauve-souris *

par

J. CONSTANTINIDIS, J. C. de la TORRE, R. TISSOT et H. HUGGEL

Clinique Psychiatrique Universitaire de Genève
J. de Ajuriaguerra
et
Laboratoire d'Anatomie et Physiologie comparées
de l'Université de Genève
H. Huggel

avec 2 figures dans le texte

INTRODUCTION

Parmi les phénomènes qui caractérisent l'hibernation citons la baisse de la température corporelle, la très importante réduction du métabolisme cellulaire et l'attitude apparente de sommeil de l'animal hiberné. Le caractère physiologique de ce sommeil pendant l'hibernation, par rapport au sommeil normal, n'est pas encore défini. D'après les travaux de Kayser (1957) et (1961), l'EEG des animaux hibernés présente une activité très réduite d'ondes lentes, qu'on pourrait comparer avec l'EGG du sommeil lent, mais il n'y a aucune activité de sommeil paradoxal.

Jouvet et coll. (Bobillier, Delorme, Pujol, Renault et Roussel) ont relevé l'importance, dans le déterminisme du sommeil lent et du sommeil paradoxal, des monoamines cérébrales et, en particulier, de quelques noyaux mésencéphaliques et pontiques contenant des neurones à sérotonine (système du raphé médian) et à catécholamines *(locus cœruleus)*. La régulation du métabolisme et de la température corporelle est contrôlée par l'hypothalamus qui est particulièrement riche en monoamines (Vogt, 1954; Costa et Aprison, 1958). D'après

* Nous remercions le Fonds National Suisse de la recherche scientifique (nº 4064).

Herlandt (1956), l'axe hypothalamo-anté-hypophysaire intervient dans la régulation de l'hibernation et le développement saisonnier des gonades et d'après Azzali (1952) (1953), la neurosécrétion hypothalamique et neuro-hypophysaire varie fortement entre l'été et l'hiver. Les fibres du système tubéro-infundibulaire, qui contiennent de la dopamine et qui se terminent sur le système porte-hypophysaire (Fuxe, 1963; Fuxe et Hokelt, 1966) sont certainement impliquées dans ces régulations.

C'est dans le but de rechercher des modifications éventuelles des monoamines cérébrales au cours de l'hibernation, que nous avons entrepris ce travail.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nous avons étudié des cerveaux de chauves-souris en hibernation et en état d'éveil. C'est en raison des difficultés rencontrées pour trouver suffisamment de chauves-souris en hibernation naturelle, à proximité du laboratoire, que nous avons dû, dans cette étude préliminaire, nous contenter de procéder à l'analyse de quelques paires seulement: en hiver (état d'hibernation) *Rhinolophus ferrum-equinum*; en été (état d'éveil) *Nyctalus noctula.* Toutefois, l'anatomie de leurs cerveaux ne présente pas de différences essentielles. Les captures ont été effectuées en automne 1967 avant le commencement de l'hibernation, et en février 1968, pour les animaux hibernés. Le prélèvement des cerveaux a obéi aux modalités suivantes: transport des chauves-souris dans un sac humide et refroidi avec de la glace dans un thermos pour les hibernés; légère narcose au laboratoire; décapitation, dissection du cerveau, congélation, lyophilisation, traitement aux vapeurs de formaldéhyde, technique de Falck et Owman (1965), inclusion dans la paraffine sous vide et coupés au microtome. Les deux groupes de cerveaux provenant d'animaux en état d'éveil et d'hibernation ont été coupés en séries et examinés parallèlement à la microscopie fluorescente.

RÉSULTATS

Nous avons fait les constatations suivantes:

1. Les terminaisons adrénergiques périartérielles contiennent moins de catécholamines chez l'animal hiberné.

2. Il n'y a pas de différence entre hiberné et éveillé concernant les catécholamines du striatum.

3. Au niveau du tuber, la densité des catécholamines est plus forte chez l'hiberné (fig. 1*a* et 1*b*). Chez l'éveillé, on observe, dispersés dans les noyaux hypothala-

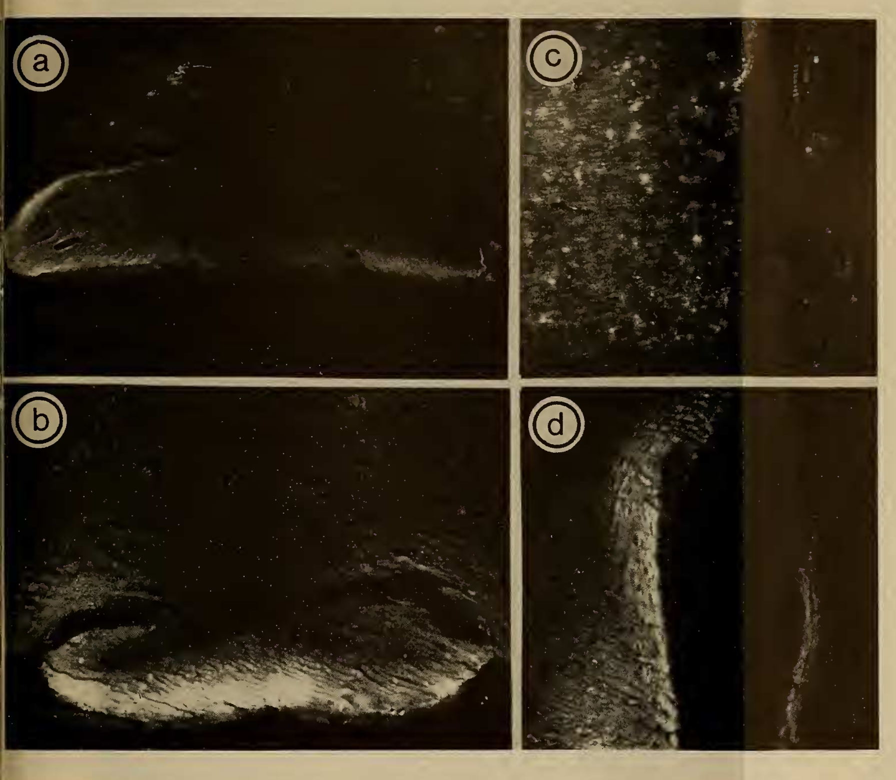


FIG. 1

Hypothalamus de chauve-souris:

a) et *b)*	: Tuber — *a)* éveillé, *b)* hiberné;
c) et *d)*	: IIIe ventricule — *c)* éveillé, *d)* hiberné;
Hiberné	: augmentation des catécholamines dans le Tuber (*b*) et concentration sur une mince couche autour du IIIe ventricule (*d*);
Eveillé	: grains et neurones hypothalamiques épars, à catécholamines (*a* et *c*);
Grossissement	: pour toutes les photos 100 ×.

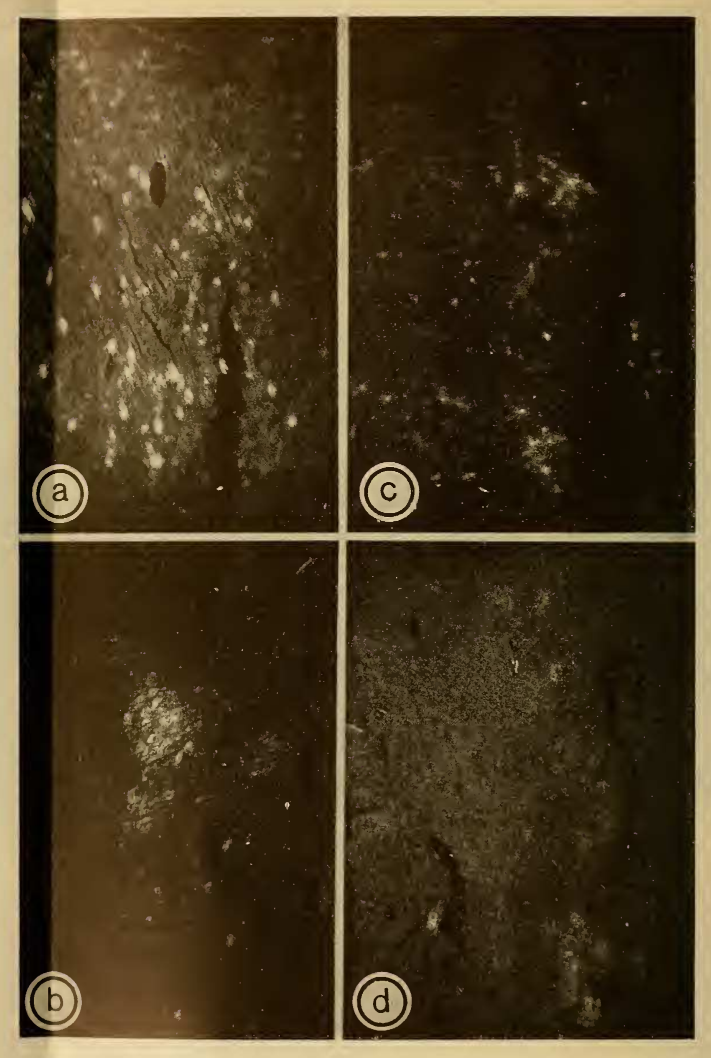


FIG. 2

a) et *b*) : Locus cœrulus — *a*) éveillé, *b*) hiberné;
c) et *d*) : Nucleus Raphé mésencéphalique;
Hiberné : faible fluorescence à catécholamines (*b*) et disparition des grains à catécholamines (*d*) tandis que les neurones contiennent beaucoup de sérotonine (*d*).
Eveillé : forte fluorescence à catécholamines (*a*) et grains à catécholamines bien visibles (*c*) tandis que la fluorescence à sérotonine est totalement absente.

miques, de rares neurones et d'abondants grains contenant des catécholamines (fig. 1*c*). Chez l'hiberné, les catécholamines hypothalamiques sont concentrées dans une mince couche autour du troisième ventricule (fig. 1*d*), formée probablement de grains fins. Nous n'avons pas observé de catécholamines intraneuronales dans cette région.

4. Au niveau du locus cœruleus, du locus niger et des noyaux latéraux pontiques et bulbaires, nous constatons une légère diminution des catécholamines intraneuronales chez l'hiberné (fig. 2*a* et 2*b*).

5. Au niveau du raphé mésencéphalique et ponto-bulbaire chez l'animal éveillé, nous avons observé des neurones à sérotonine avec fluorescence jaune extrêmement faible, comme c'est le cas aussi chez le rat normal; entre ces neurones, il y a de nombreux grains contenant des catécholamines (fig. 2*c*). Chez l'hiberné, il n'y a pas de grains à catécholamines dans le raphé, mais une forte concentration de sérotonine intraneuronale (fig. 2*d*).

DISCUSSION

Nous pouvons avancer les hypothèses suivantes:

a) La diminution des catécholamines dans les terminaisons sympathiques périartérielles chez l'hiberné pourrait être en relation avec la stabilité circulatoire à un bas niveau, ne nécessitant pas des changements importants du calibre artériel qui caractérise cet état. Ceci corrobore les observations de Drasckoczy et Lyman (1967) sur la diminution de l'activité sympathique au cours de l'hibernation.

b) La concentration des catécholamines hypothalamiques autour du troisième ventricule et leur augmentation au niveau du tuber chez l'hiberné pourrait être en rapport avec le rôle de l'hypothalamus dans la régulation de la température et du métabolisme cellulaire.

c) La réduction des catécholamines intraneuronales au niveau du locus niger et cœruleus chez l'hiberné, serait un phénomène parallèle à l'absence de sommeil paradoxal lors de l'hibernation. En effet, l'EEG chez l'hiberné ne présente aucune activité de ce type de sommeil (Kayser, Ch., 1967); d'autre part, il a été démontré par Jouvet, M. et Delorme, F. (1965) et Roussel, B. (1967) que le sommeil paradoxal dépend de l'intégrité du locus cœruleus dont les neurones contiennent des catécholamines.

d) Jouvet, M., Bobillier, P., Pujol, J. F. et Renault, J. (1966 et 1967), Jouvet, M. et Delorme, F. (1965), Renault, J. (1967) ont mis en évidence l'existence d'un rapport direct entre la quantité de sommeil lent et le taux de la

sérotonine cérébrale; de même, ils ont démontré que la destruction des noyaux du raphé médian empêche le sommeil lent. L'hibernation serait-elle une sorte de sommeil lent extrêmement prolongé ? Si tel est le cas, l'augmentation de la sérotonine dans le système du raphé chez l'animal hiberné serait tout à fait compréhensible. Il faudrait encore déterminer, cependant, si cette augmentation de la sérotonine dans le raphé est due à une diminution du turnover ou, au contraire, à une augmentation de sa synthèse.

Résumé

Etude des monoamines cérébrales par la microscopie fluorescente chez la chauve-souris en hibernation et en état d'éveil. Constations chez l'animal hiberné par rapport à l'éveillé: baisse de l'adrénaline aux terminaisons péri-artérielles; augmentation de la dopamine au niveau du tuber; concentration des catécholamines hypothalamiques dans une mince couche autour du troisième ventricule; baisse des catécholamines au niveau du locus cœruleus et des noyaux latéraux du tronc; au niveau du système des noyaux du raphé augmentation de la sérotonine intraneuronale et baisse des catécholamines des terminaisons nerveuses.

Ces constatations sont discutées en rapport avec le rôle qu'on peut attribuer à l'hypothalamus lors de l'hibernation et à la lumière des acquisitions récentes sur les monoamines du tronc cérébral et leur implication dans les mécanismes du sommeil.

Zusammenfassung

Das Studium der Monoamine im Gehirn der Fledermaus während des Winterschlafs mittels Fluoreszenz - mikroskopie erlaubt folgende Feststellungen im Vergleich zum Wachzustand: Verminderung des Adrenalins in den peri - arteriellen Endigungen: Erhöhung des Dopamingehalts im Tuber: Konzentration der Hypothalamus - Katecholamine auf eine dünne Schicht um den 3. Ventrikel; Abnahme des Katecholamingehalts im locus cœruleus und den lateralen Kernen des Hirnstamms; im Kernsystem der Raphe Erhöhung des intraneuronalen Serotonins und Abnahme der Katecholamine bei den Nervenendigungen. Diese Feststellungen werden diskutiert im Zusammenhang mit der Funktion des Hypothalamus während des Winterschlafs und im Vergleich mit der Bedeutung der Monoamine im Hirnstamm und ihrer eventuellen Rolle beim Schlaf höherer Sängetiere.

Summary

A study of brain monoamines in the hibernating and the awake bat using a fluorescence microscopic method is presented.